

Chủ đề 2: CON LẮC Lò XO

BÀI TOÁN LIÊN QUAN ĐẾN HAI VẬT

Ta khảo sát các bài toán sau:

- + Các vật cùng dao động theo phương ngang.
- + Các vật cùng dao động theo phương thẳng đứng.

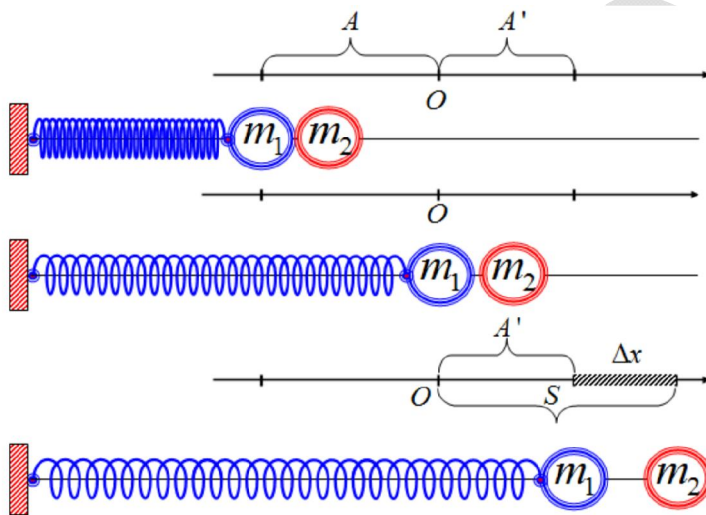
1. Các vật cùng dao động theo phương ngang

a. Hai vật tách rời ở vị trí cân bằng

Phương pháp giải

+ Giai đoạn 1: Cả hai vật cùng dao động với biên độ A , tần số góc

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \text{ và tốc độ cực đại } v_0 = \omega A$$



+ Giai đoạn 2: Nếu đến VTCB m_2 tách ra khỏi m_1 thì

* m_1 dao động điều hòa với tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$ và biên độ

$$A' = \frac{v_0}{\omega'} = A \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}} \text{ (vì tốc độ cực đại không đổi vẫn là } v_0!).$$

* m_2 chuyển động thẳng đều với vận tốc v_0 và khi m_1 đến vị trí biên dương (lần 1) thì m_2 đi được quãng đường:

$$S = v_0 \frac{T'}{4} = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} A \cdot \frac{1}{4} 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} = \frac{\pi}{2} A \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}}$$

Lúc này khoảng cách hai vật: $\Delta x = S - A'$.

Ví dụ 1: (ĐH 2011) Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ m_1 . Ban đầu giữ vật m_1 tại vị trí mà lò xo bị nén 8 cm, đặt vật nhỏ m_2 (có khối lượng bằng khối lượng vật m_1) trên mặt phẳng nằm ngang và sát với vật m_1 . Buông nhẹ để hai vật bắt đầu chuyển động theo phương của trục lò xo. Bỏ qua mọi ma sát. Ở thời điểm lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách giữa hai vật m_1 và m_2 là

- A. 4,6cm
B. 2,3cm
C. 5,7cm
D. 3,2cm

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

+ Giai đoạn 1: Cả hai vật cùng dao động với biên độ A , tần số góc $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}}$ và tốc độ cực đại $v_0 = \omega A$

+ Giai đoạn 2: Đến VTCB m_2 tách ra khỏi m_1 thì

* m_1 dao động điều hòa với tần số góc $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$ và biên độ $A' = \frac{v_0}{\omega'} = A \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}}$ (vì tốc độ

cực đại không đổi vẫn là v_0 !).

* m_2 chuyển động thẳng đều với vận tốc v_0 và khi m_1 đến vị trí biên dương (lần 1)

thì m_2 đi được quãng đường

$$S = v_0 \frac{T'}{4} = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} A \cdot \frac{1}{4} 2\pi \sqrt{\frac{m_1}{k}} = \frac{\pi}{2} A \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}}.$$

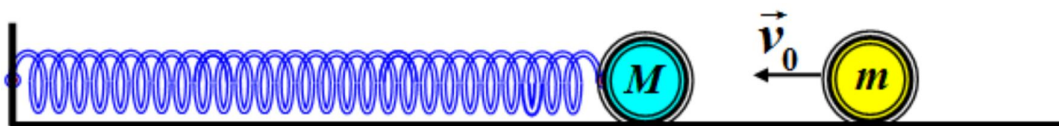
Lúc này khoảng cách hai vật:

$$\Delta x = S - A' = \frac{\pi A}{2} \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}} - A \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}} \approx 3,2 (cm)$$

Ví dụ 2: Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có độ cứng 300 N/m, một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ $M = 3$ kg. Vật M đang ở vị trí cân bằng thì vật nhỏ $m = 1$ kg chuyển động với vận tốc $v_0 = 2$ m/s đến va chạm mềm vào nó theo xu hướng làm cho lò xo nén. Biết rằng, khi trở lại vị trí va chạm thì hai vật tự tách ra. Tổng độ nén cực đại của lò xo và độ giãn cực đại của lò xo là

- A. 10,8cm
B. 11,6cm
C. 5,0cm
D. 10,0cm

Hướng dẫn: Chọn đáp án A



Vận tốc của hệ ngay sau va chạm: $V = \frac{mv_0}{m+M} = 0,5(m/s)$ (đây chính là tốc độ cực đại của dao động điều hòa).

Sau đó cả hai vật chuyển động về bên trái làm cho lò xo nén cực đại:

$$A = \frac{V}{\omega} = V \sqrt{\frac{M+m}{k}} = 0,5 \sqrt{\frac{3+1}{300}} \approx 0,058(m) = 5,8(cm)$$

Rồi tiếp đó cả hai vật chuyển động về bên phải, đúng lúc về vị trí cân bằng thì vật m tách ra chỉ còn M dao động điều hòa với tốc độ cực đại vẫn là V và độ dãn cực đại của lò xo:

$$A' = \frac{V}{\omega'} = V \sqrt{\frac{M}{k}} = 0,5 \sqrt{\frac{3}{300}} = 0,05(m) = 5(cm)$$

Tổng độ nén cực đại và độ dãn cực đại của lò xo là $5,8 + 5 = 10,8 (cm)$

Ví dụ 3: Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng nằm ngang gồm lò xo nhẹ có độ cứng 300 N/m, một đầu cố định, đầu kia gắn với vật nhỏ M = 3 kg. Vật M đang ở vị trí cân bằng thì vật nhỏ m = 1 kg chuyển động với vận tốc $v_0 = 2 m/s$ đến va chạm mềm vào nó theo xu hướng làm cho lò xo nén. Biết rằng, khi trở lại vị trí va chạm thì hai vật tự tách ra. Lúc lò xo có chiều dài cực đại lần đầu tiên thì khoảng cách M và m là

- A.** 2,85 cm. **B.** 5,8 cm. **C.** 7,85 cm. **D.** 10 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

Vận tốc của hệ ngay sau va chạm: $V = \frac{mv_0}{m+M} = 0,5(m/s)$ (đây chính là tốc độ cực đại của dao động điều hòa). Sau đó cả hai cùng chuyển động về bên phải rồi về bên trái và đúng lúc trở về vị trí cân bằng với tốc độ V thì m tách ra tiếp theo thì:

* M dao động điều hòa với tần số góc $\omega' = \frac{k}{M}$ và biên độ $A' = \frac{V}{\omega'} = V \sqrt{\frac{M}{k}} = 0,05(m)$ (vì tốc độ cực đại không đổi vẫn là V!).

* m chuyển động thẳng đều với vận tốc V và khi M đến vị trí biên dương (lần 1) thì m đi

$$\text{được quãng đường } S = V \frac{T'}{4} = V \cdot \frac{1}{4} 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \approx 0,0785(m)$$

Lúc này khoảng cách hai vật: $\Delta S = S - A' = 0,0285(m)$

Ví dụ 4: Con lắc lò xo nằm ngang gồm lò xo có độ cứng $k = 100 N/m$ gắn với vật $m_1 = 100 g$. Ban đầu vật m_1 được giữ tại vị trí lò xo bị nén 4 cm, đặt vật $m_2 = 300 g$ tại vị trí cân bằng O của m_1 . Buông nhẹ m_1 để nó đến va chạm mềm với m_2 , hai vật dính vào nhau, coi các vật là chất điểm, bỏ qua mọi ma sát, lấy $\pi^2 = 10$. Quãng đường vật m_1 đi được sau 121/60 s kể từ khi buông m_1 là

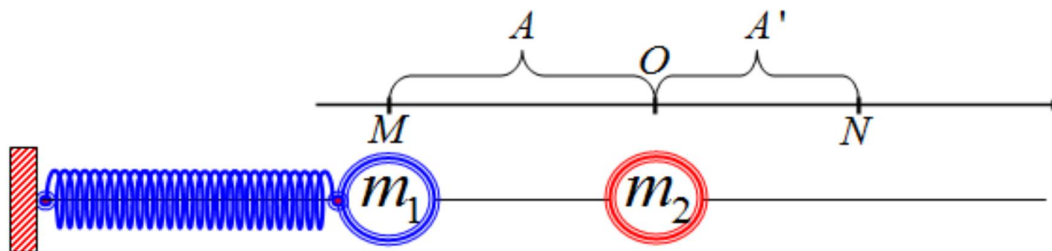
A. 40,58 cm.

B. 42,58 cm.

C. 38,58 cm.

D. 43,00 cm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D



Từ M đến O chỉ mình m_1 dao động điều hòa với biên độ $A = 4$ cm và chu kì

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}} = 0,2(s) \text{ Đúng lúc đến O tốc độ của } m_1 \text{ là } v_{\max} = \omega A, \text{ ngay sau va chạm hai vật}$$

đính vào nhau và có cùng tốc độ: $v'_{\max} = \frac{m_1 v_{\max}}{m_1 + m_2}$ và đây cũng chính là tốc độ cực đại của dao

động điều hòa của cả hai vật, biên độ dao động mới

$$A' = \frac{v'_{\max}}{\omega} = \frac{m_1 \omega A}{\omega'} = A \sqrt{\frac{m_1}{m_1 + m_2}} = 2(cm)$$

$$\text{Và chu kì dao động mới } T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1 + m_2}{k}} = 0,4(s)$$

$$\text{Ta phân tích thời gian: } t = \frac{121}{60} s = 0,05 + 1,9 + \frac{1}{5} = \underbrace{\frac{T_1}{4}}_A + 19 \underbrace{\frac{T_2}{4}}_{19A'} + \underbrace{\frac{T_2}{6}}_{0,5A}$$

$$\Rightarrow S = A + 19A' + 0,5A' = 43,00(cm)$$

Ví dụ 5: Con lắc lò xo bố trí nằm ngang gồm vật $M = 400$ g có thể trượt không ma sát trên mặt phẳng nằm ngang. Hệ đang ở trạng thái cân bằng, dùng vật $m = 100$ g bắn vào M theo phương ngang với tốc độ 1 m/s, va chạm là hoàn toàn đàn hồi. Sau va chạm vật M dao động điều hòa, chiều dài cực đại và cực tiểu của lò xo lần lượt là 28 cm và 20 cm. Khoảng cách giữa 2 vật sau 1,57 s từ lúc bắt đầu va chạm là

A. 90cm

B. 92cm

C. 94cm

D. 96cm

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

Ngay sau va chạm, vận tốc của m và M lần lượt là v và V: